DIE GESETZE DER ROTATION, ETC

Aaron David BERNSTEIN

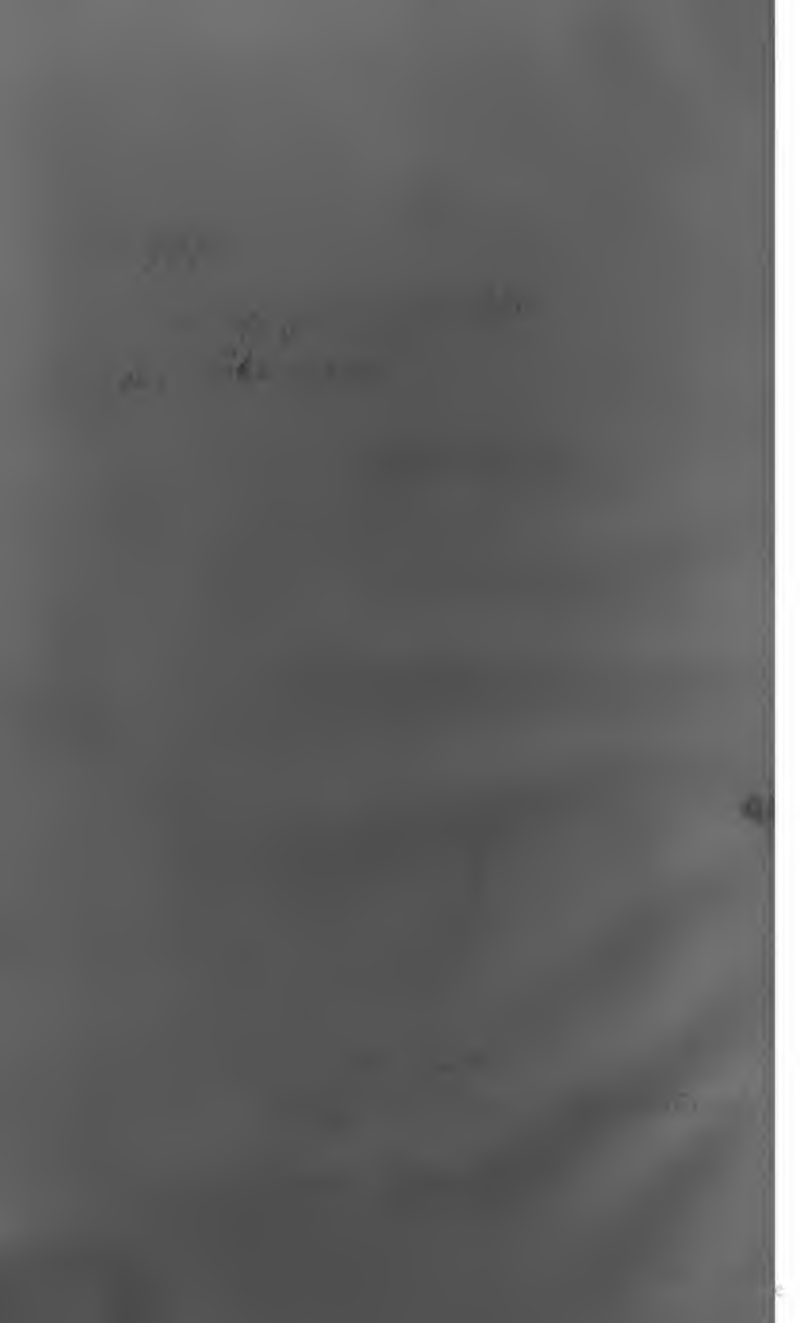






13.





Die

Gesetze der Rotation.

Dargelegt

von

A. Bernstein, (Rebenstein.)

(Als Manuscript gedruckt.)

Berlin.

1840.

Die Gesetze der Rotation.

Erstes Gesetz.

Durch das Licht der Sonne erleidet die ihr zugewendete halbe Oberfläche jedes Planeten einen Druck, in Folge dessen er rotiren muss, sobald er revoltirt.

Hieraus folgt:

Zweites Gesetz.

Die Rotationen zweier Planeten verhalten sich zu einander: direkt wie ihre Massen und indirekt wie die Quadrate ihrer Halbmesser.

Hieraus folgt:

Drittes Gesetz.

Der grössere Werth der Geschwindigkeit in der Revolution als die Geschwindigkeit eines Punktes auf dem Aequator in der Rotation bringt eine Neigung der Axe des Planeten zur Axe seiner Bahn hervor.

Hieraus folgt:

Viertes Gesetz.

Die Quadrate der Sinusse der Neigungswinkel zweier Planeten verhalten sich zu einander wie die Quotienten ihrer Rotationsgeschwindigkeiten in ihre Revolutionsgeschwindigkeiten.

§. 1.

Wenn wir dem, von einem bestimmten Körper ausgehenden, Lichte auch nur die geringste Kraft zuschreiben, so müssen wir auch schliessen, dass es jeden gleichgültig im Raume sich befindenden anderen Körper nach derjenigen Richtung hin bewegen wird, nach welcher es selber eilt. Gleichviel, ob wir uns der materiellen Ansicht einer Emanation oder der weniger materiellen einer Undulation hingeben; denn selbst im letztern Fall wird die vom Licht hervorgerufene Strömung der sich immer neuerzeugenden Schwingungen genügen, eine ihrer eigenen Trägheit überlassene Masse, auf diesem Strome fortzuführen.

Denken wir uns nun, des Beispiels halber, die Sonne ohne Anziehungs-Kraft und nur Licht aussendend, so wird die Masse der Lichtstrahlen selbst, oder die durch Vibration verursachte Schwingungs-Strömung genügen, alle, in Bezug auf die Fixsterne ihr sehr nahe stehenden, Planeten auf den Flügeln des Lichtes, von sich fort, in den unendlichen Raum zu bewegen. Nennen wir der Kürze wegen diese Kraft den Lichtdruck.

§. II.

Wenn man dieses zugegeben, — und darauf kommt es bei dem, was hier folgt, an — so muss man auch gestehen, dass jene Kraft des Lichtes, die Körper mit sich von der Sonne fortzuführen, verbleibt, selbst wenn diese Körper durch die Anziehungskraft gefesselt und verhindert sind, jener Kraft Folge zu leisten. Freilich hebt die weit stärkere Anziehungskraft die schwächere des Lichtdruckes völlig auf, da sie beide entgegengesetzt wirken; allein Jeder, der in der Mechanik bewandert ist, weiss, dass, wenn zwei Kräfte entgegengesetzt wirken, die grössere Kraft zwar überwiegt und die kleinere aufhebt; allein die grosse Kraft wird um so viel kleiner als die kleine gross ist. Es wird demnach die Anziehungskraft der Sonne auf jeden Planeten ihren bereits bestimmten Werth haben; aber einen Minus erleiden: den Minus des obengenannten Lichtdruckes.

§. III.

Wenn auch die Anziehungskraft für jeden Planeten eine andere Grösse ist, so ist doch der Lichtdruck für jeden relativ gleich gross, er sei der Sonne nahe oder ferne. Denn da die Kraft des Lichtes mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, so nimmt zwar der Lichtdruck ebenfalls in diesem Verhältniss ab; allein da die Anziehungskraft der Sonne in gleichem Verhältniss abnimmt, so bleibt die Wirkung des Lichtdruckes auf jeden Planeten, er sei nahe oder ferne, immer eine gleiche Grösse.

§. IV.

Es wird, nach dem Gesagten, ein jeder Planet in der Richtung des Lichtes einen gleichen immerwährenden

Druck erleiden, der nicht zur Aeusserung kommt, so lange der Lichtdruck und die Anziehungskraft sich entgegengesetzt wirken. Allein nun kommt die Revolutionskraft hinzu, in Folge welcher sich bekanntlich die Aberration des Lichtes herausstellt. Nun hört die Anziehungskraft und der Lichtdruck auf, sich gegenseitig entgegengesetzt zu wirken. Die anziehende Sonne und die leuchtende sind nun verschieden. Es ist bei unserer Erde z. B. ganz so, als ob die beiden Sonnen um 20¼ Secunden am Himmelsbogen entfernt von einander stünden. Sollte sich da nicht der Lichtdruck als eine wirkliche Kraft äussern müssen? Dem wird ohne Zweifel so sein, und zwar ist die Aeusserung dieser Kraft: die Rotation.

§. V.

Die Bahnlinie theilt die Planetenkugel in zwei Hälften; käme das Licht von der anziehenden Sonne, so würde die Lichtgrenze die Kugel ganz in derselben Ebne halbiren, allein da dies nicht der Fall ist, so tritt ein eigenthümliches Beleuchtungsverhältniss ein; auf dem vordern Ende, dort wohin die Kugel in der Revolution eilt, ist sie um eben so viel Grade wie der Aberrationswinkel beträgt zu viel, auf dem hintern Ende ist sie um eben so viel Grade zu wenig beleuchtet; der höchste Punct der Beleuchtung fällt also nicht auf den der Sonne nächsten Punct der Oberfläche des Planeten, sondern nach vorne, der Revolutionskraft unter einem gewissen Winkel, entgegen. Hier erleidet daher der Planet einen Lichtdruck, der, und sei er noch so klein, diesen Theil verhindern muss, so schnell wie jeder andere zu revoltiren. Vorzüglich aber wird die halbe unbeleuchtete Kugel des Planeten schneller revoltiren, als es der beleuchteten Hälfte, die nach einer entgegengesetzten Richtung hin

gedrückt ist, möglich ist. Die Folge wird nun sein, dass der unbeleuchtete Theil nach vorne stürzen, beleuchtet werden wird, um von gleichem Druck getroffen zu werden; und so wird eine ewige Rotation stattfinden müssen, so lange der Planet revoltirt.

§. VI.

Man kann den ganzen Mechanismus noch einfacher erklären. Wenn eine Kugel zur Hälfte in fliessendem Wasser liegt, aber verhindert wird mitzugehen, so wird sie, wenn das Hinderniss nicht auch die Rotation hindert, rotiren. Es weiss es abes auch Jeder, dass die Erscheinung ganz dieselbe bleiben wird, wenn das Wasser nicht fliessend, sondern still stehend ist, und die Kugel fort bewegt wird. Es bleibt sich demnach auch ganz gleich, ob wir annehmen, der Planet bewege sich in der Revolution im Lichte vom West nach Ost, oder ob wir uns denken, dass der Lichtstrom in der entgegengesetzten Richtung dem stehenden Planeten vorüber von Ost nach West laufe. Nehmen wir also der Verständlichkeit wegen das letzere an, so gleicht jeder halb in Licht getauchte Planet der halb in fliessendes Wasser getauchten Kugel, und der Planet wird eben so rotiren müssen, wie es mit der Kugel der Fall ist. Da nun alle Planeten von West nach Ost revoltiren, so ist es klar, dass alle nach derselben Richtung hin rotiren müssen.

§. VII.

Suchen wir nun die Verhältnisse auf, nach welchen sich die Rotationszeiten modificiren, so finden sich diese leicht, wenn man erwägt, was die Folge jenes Lichtdruckes wäre, wenn der Planet nicht rotirte. Denken wir uns

daher vorerst einen Planeten auch ohne die Anziehungskraft seines Centrums, und sehen wir wie es unter solchem Verhältnisse mit ihm beschaffen wäre. Es ist klar, es wird einem solchen so ergehen, wie jener Kugel, die an Rotation und an Fortbewegung gehindert, halb in einen fliessenden Strom getaucht: das Licht wird hier, wie dort das Wasser, zuvörderst die losern Theile der Oberfläche abschleifen, dann aber die Kugel selbst angreifen, und es ist ohne allen Zweifel, dass, wenn man auch dem Lichtdruck nur die allergeringste absolute Kraft zuschreiben wollte, und wenn er auch nur den 100000 Theil der Kraft unseres Athems hätte, so würde der Lauf der millionen Jahre es hervorbringen, dass zuerst die Atmosphäre, sodann nach und nach alle Theile, die nicht durch Cohäsion mit dem Mittelpunct zusammen hängen, in der Richtung der Tangente, die der Revolution entgegengesetzt ist, weggeführt werden. Freilich sorgt die Centripedalkraft dafür, dass dem nicht so werde, und hält die Atmosphäre und die vom Licht angegriffene dünne Schicht der Oberfläche fest, und zwar mit keiner geringen Kraft, die wir zwar nicht absolut; aber doch relativ kennen: sie hält auf zwei verschiedenen Planeten an der Oberfläche eines jeden Alles fest, nach der Grösse der Massen und umgekehrt wie die Quadrate der Halbmesser. Es wird demnach einem Planeten nichts vom Lichte entführt werden können. Allein da die beiden Kräfte, die Tangentialkraft des Lichtdruckes und die Centripedalkraft des Planeten unter einem Winkel von 90 Grad auf einander wirken, so wird die angegriffene Atmosphäre wie jene dünne Schicht, dem allgemeinen Gesetze der Natur, das Newton uns gelehrt, folgen, und ganz nach Verhältniss der Masse und der Entfernung vom Mittelpunkt um jenen Mittelpunkt revoltiren. Der in Bezug auf Rotation gleichgültig im Raume sich befindende Planet

wird jene Bewegung mitmachen und in demselben Verhältniss rotiren; so dass die Rotationen zweier Planeten sich zu einander werden verhalten müssen: Direkt wie deren Massen und indirekt wie die Quadrate ihrer Halbmesser.

§. XIII.

Man kann den ganzen Mechanismus der Rotation der Planeten sehr leicht durch ein Beispiel deulich machen. Nehmen wir an, es werden zwei verschiedene Kugeln von irgend einer Kraft, die auf einen Punkt der Oberfläche einer jeden wirkt, zur Rotation um die Axe gebracht. Die eine dieser Kugeln a habe eine lose Oberfläche, die zweite b dagegen eine harte und mit der Kugel fest in Cohäsion stehende Oberfläche. Die Kraft, die auf beide Kugeln wirkt, gehe aber mit sehr grosser Geschwindigkeit. Es lässt sich leicht einsehen, dass die Kugel b (wenn die Reibung nicht dagegen wirkt) ganz mit derselben Schnelligkeit rotiren wird, mit welcher die Kraft auf sie wirkt; mit der Kugel a wird es jedoch nicht der Fall sein, vielmehr wird es von dem Grad des Zusammenhanges der von der Kraft zuerst in Bewegung gesetzten Oberfläche mit der Kugel abhängen, wie stark oder wie schwach sie die Kugel zur Rotation anregt. Steht die Kugel mit der Oberfläche in sehr losem Zusammenhange, so wird die Kraft auch nur schwach mitgetheilt werden, ganz so, wie wenn zwei Körper durch einen Zwirnsfaden verbunden sind, und der eine durch eine ungeheure Kraft einen Stoss erhält, der andere doch nur einen Stoss erhält, der dem Widerstand des Zwirnsfadens gleich kommt. Ist der Zusammenhang der Kugel und der Oberfläche dagegen stärker, so wird die Kugel die Kraft, die auf die Oberfläche wirkt, stärker erhalten. Wären nun

die Planeten harte Körper ohne Atmosphäre und losen Theile an der Oberfläche, so würde die Geschwindigkeit der Rotation der Geschwindigkeit der Revolution gleich sein; da dies aber nicht der Fall ist, so wird sich der der Atmosphäre gegebene Druck den Planeten mittheilen ganz mit derselben Stärke, mit welcher jeder Planet seine Atmosphäre und Oberfläche fest hält. Wie aber halten die Planeten diese Theile fest? direkt mit der Masse und indirekt mit dem Quadrat der Halbmesser. Der Planet mag also noch so schnell im Lichte laufen, er wird immer nur mit der Kraft rotiren, die ihm seine Atmosphäre und Oberfläche mittheilen kann, d. h. mit der Kraft mit welcher diese an ihn gebunden ist, folglich werden zwei Planeten rotiren, direkt wie ihre Massen und umgekehrt wie die Quadrate der Halbmesser; oder einfacher: die Rotationen werden sich verhalten, wie der Fall der Körper auf ihrer Oberfläche in einer gleichen Zeit.

§. IX.

Fragen wir nun, in wie weit diese Rotationstheorie mit der bisherigen Beobachtung übereinstimmt, so tritt hier freilich das Uebel ein, dass ausser unserer Erde nur ein Planet da ist, dessen Masse, Durchmesser und Rotationszeit man mit Genauigkeit kennt, dieser eine ist Jupiter; allein auch hier sind die Grade der Genauigkeit verschieden. Die Rotation betreffend ist die Beobachtung so scharf, dass sie um keine Secunde mehr zweifelhaft ist, die neueste Bestimmung derselben ist $9^h\ 55'\ 23''$.

Dagegen ist die Bestimmung der Masse, $1/_{1054}$ der Sonnenmasse, und die Bestimmung des Durchmessers zu dem der Erde = 11,623 : 1. keineswegeѕ so genau, dass man nicht mit einem nahen Resultate zufrieden sein könnte. Nimmt man indessen das obige Rotationsgesetz als das

Wahre an, so wird man auch ein Mittel haben, durch die Durchmesser und die beobachteten Rotationszeiten, auf die Massen einzelner in dieser Beziehung noch uns unbekannten Planeten zu schliessen und dieselben zu bestimmen. Aus einer Berechnung mit folgenden Werthen

Durchmesser, der der Erde = 1.

Merkur . . .	0,348.
Venus . . .	0,976.
Mars . . .	0,519.
Jupiter . . .	11,623.
Saturn . . .	9,043.
Uranus . . .	4,343.

Massen, die der Sonne = 1.

Merkur . . .	unbestimmt — dafür eine beobachtete Rotation von nahe 24 Stunden.
Venus . . .	$^1/_{401847}$.
Mars . . .	unbestimmt. Dafür die genaue Rotation von $24^h\ 37'\ 26''$.
Jupiter , . .	$^1/_{1054}$.
Saturn . . .	$^1/_{3512}$.
Uranus . . .	$^1/_{21000}$.

Die Masse der Erde = $^1/_{355000}$.

sind die Resultate folgende

1. Masse Merkurs zu der der Erde = 12 : 100.
2. Masse des Mars - - = 27,702 : 100.
3. Rotation der Venus = $25^h\ 48'\ 56''$.
4. - des Jupiter = $9^h\ 36$.
5. - des Saturn = $19^h\ 1'\ 7''$.
6. - des Uranus = $21^h\ 5'\ 9''$.

Das erste Resultat, die Masse Merkurs betreffend, so ist es nach der noch unsichern Rotationszeit freilich ohne grossen Werth; allein es gewinnt einen Grad von Wahrscheinlichkeit dadurch, dass es die Mitte zwischen der alten Annahme 16 : 100 und derjenigen hält, die in

neuerer Zeit, nach dem der Encke'sche Komet bewiesen, dass man die Dichtigkeit Merkurs viel zu hoch angenommen, geltend gemacht wird.

Ueber die Bestimmung der Marsmasse mus eine genaue Untersuchung entscheiden, ob dieselbe möglichst auf diese Höhe gesetzt werden kann.

Die beobachtete, jedoch noch immer nicht genaue Rotationszeit der Venus soll 23^h 21′ 48″ sein.

Die ungemein genau bestimmte Rotation Jupiters ist, wie bereits oben angeführt: 9^h 55′ 23″.

Für die Rotation Saturns hat man durch Beobachtung nur einen unbestimmten Werth, derselbe wird auf 10½ Stunden angegeben; obgleich dieser nun von dem gefundenen Resultat viel abweicht, ist er doch keinesweges der Theorie entgegen, indem die Revolution des Ringes um Saturn nothwendig in der angegebenen Zeit, 10½ Stunden, erfolgen muss, da jeder einzelne Theil dieses Ringes eben dieselbe Zeit zur Revolution brauchen würde, so ist es nicht zu bezweifeln, dass der Umschwung des Ringes der Kugel Saturns selbst seine eigene Geschwindigkeit mittheilen muss.

Die Rotation Uranus betreffend, so fehlt die Beobachtung ganz; der gefundene Werth kann also nur in soweit der Theorie einige Wahrscheinlichkeit geben, als er so ziemlich die Grösse hat, die ihm eine Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Analogie mit den andern Planeten angelegt, gegeben haben würde.

X.

Aus all den Daten ergiebt sich nun kein einziger evidenter Beweis, der die Theorie über allen Zweifel erheben sollte, allein dieses würde erst dann möglich sein, wenn alle drei Faktoren, Durchmesser, Masse und

Rotation mit derselben Evidenz gegeben wären. Da aber auch nicht ein einziges Resultat von vorne herein den Beobachtungen widersprechend ist, dass man es ohne direkte Forschung als das Gesetz verneinend, annehmen kann, vielmehr die meisten Resultate, der Wahrheit und Wahrscheinlichkeit in hohem Grade nahe kommen, so beweisen sie ohne Zweifel, dass die Theorie die volle Beachtung der Wissenschaft verdient, zu welchem Zwecke sie auch hier veröffentlicht und vorläufig zur Prüfung vorgelegt wird.

§. XI.

Den Wahrscheinlichkeiten reiht sich noch besonders an, dass das Befremdende der Erscheinung einer so schnellen Rotation des an Masse so grossen Jupiter, sich einfach löst und endlich die Theorie auf ein Gesetz basirt ist, das auf dem Gebiet der Astronomie ein so allgemein waltendes ist, dass man wohl annehmen kann, es finde sich in jeder Bewegung wieder. Allein das Fundament dieses Gesetzes, jene Kraft betreffend, die wir mit dem Namen Lichtdruck bezeichnet haben, so wird sich manches Bedenken dagegen erheben, wenn man die Aeusserungen dieser Kraft erwägt, die freilich gewaltig scheinen; jedoch jeder Naturforscher wird zugeben müssen, dass wie man sich auch die Lichtströmung denken möge, in jedem Falle die Bewegung eines Körpers mit dieser Strömung leichter sein muss, als gegen dieselbe; und wäre auch der Unterschied so klein, dass er für uns erst nach Jahrtausenden merkbar wäre, — findet er nur einmal statt (und daran kann wohl Niemand zweifeln) so muss er seine Wirkung haben, muss sie auf jeden Planeten äussern und muss, wenn man die Schlüsse von Ursache und Wirkung nicht ableugnen will, eine Rotation, und zwar die bezeichnete, hervorbringen.

XII.

Blicken wir nun auf den Mond, so hält dieser Himmelskörper die Gegenstände auf seiner Oberfläche mit einer sechsmal schwächeren Kraft, als die Erde, die ihr zugehörigen Körper festhält, es müsste also der Mond auch eine sechsmal langsamere Rotation als die Erde haben. Allein dies ist nicht der Fall; der Mond ist derart von der Erde angezogen, dass er den Punkt, den er einmal zu derselben gewendet, durchaus nicht von ihr abwenden kann. Der Mond ist also der einzige uns bekannte Himmelskörper, der nicht so schnell rotirt, als er müsste. Woher nun das Abnorme dieser Erscheinung? — Versuchen wir, ob unsere Theorie diese Abnormität erläutert. Es sollte eigentlich jeder Planet, den einmal zur Sonne gekehrten Punkt niemals von ihr abwenden können, weil dieser Punkt stärker als der Mittelpunkt angezogen wird; allein wir haben oben gezeigt, dass der Planet durch das Licht einen Druck erhält und durch seine Revolutions-Geschwindigkeit veranlasst wird, dieser Anziehung zu widerstreben und zu rotiren; dies wird nur der Fall sein, wenn der Lichtdruck der Anziehungskraft entgegen wirkt. Bekäme der Mond sein Licht von der Erde, so würde er auch eine freie Rotation haben: da dies nicht der Fall ist, so muss er ihr die ihr einmal zugekehrte Stelle ewig zukehren. Allein das Licht wird dennoch seine Kraft, eine Rotation hervorzubringen, nicht verlieren, wird jedoch schwach wirksam sein, wenn der Mond von der Erde stark, und stark, wenn der Mond von der Erde schwach gefesselt ist. Da nun die Bahn des Mondes eine Ellipse ist und die Anziehung der Erde bald schwächer, bald stärker wird, so wird auch der Lichtdruck bald wachsen, bald kleiner werden und er wird also auf die Rotation des

Mondes an Wirksamkeit gewinnen, wenn die Wirksamkeit der Erde sich schwächt und verlieren, wenn die Wirksamkeit der Erde stärker wird. Dadurch wird der Mond auf jedem Punkte seiner Bahn eine gleichmässige Winkelbewegung um seine Axe machen, wodurch die sonst unerklärliche Erscheinung der Libration in Länge hervorgebracht wird. Denn es ist klar, dass jene gleichmässige Winkelbewegung um die Axe nur dann statt haben sollte, wenn die Bahn des Mondes ein Kreis wäre, da dies nicht der Fall ist, so konnte man sich diese nur erklären, wenn man ein unbekanntes Gesetz annahm, das die Rotation des Mondes, sonderbarerweise, der Revolution gleich macht. Durch die Rotationstheorie erklärt sichs aber sehr einfach, indem das Licht immer so viel wirken wird, als die Erde nicht wirken kann, und indem die Wirkung immer um so viel wächst, als die Anziehungs-Kraft schwächer wird, muss sich eine gleichmässige Winkelbewegung herausstellen.

§. XIII.

Allein diese Rotation entspricht nicht derjenigen, die der Mond hätte haben sollen, die Anziehungskraft der Erde auf den nächsten Punkt verhindert also bald mehr bald weniger seine naturgemässe Rotation. Was wird aber die Folge dieser Verhinderung sein? Gewiss, sie wird bewirken, was keinem wirklichen Körper, wenn er auf den Mond stiesse, so leicht möglich wäre. Stürzte z. B. ein Weltkörper einem andern so nahe vorüber, dass er durch dessen Atmosphäre ginge, so würde er die Atmosphäre nur stossen und sie würde von ihrem Planeten angezogen, nur auf die andere Seite desselben hinstürzen, ohne dass ein Theilchen dieser angegriffenen Masse für den Körper verloren gehen müsste.

Allein mit jenem festgestellten Monde, der mit einer ungeheuern Schnelligkeit durch den Strom des Lichtes lauft, dessen Atmosphäre und losen Theile seiner Oberfläche eben so wie er selbst mit einem Punkte fest gegen die Erde gestellt sind, mit solchem Monde wird es ganz anders sein. Das ewig und ewig vorüberschleifende Licht muss, und wenn es noch so schwach in seiner Wirkung sein sollte, endlich die Theile der Atmosphäre von dem Monde lösen, und wie wir uns auch den Prozess denken mögen, nehmen wir auch an, die Atmospäre würde immer auf die Schattenseite hinfliehen, — welche Ansicht in der That von Astronomen behauptet wird, die aber, die plötzlich eintretenden Sternbedeckungen selbst des finstern Theiles des Mondes als ungegründet erweisen, — so ist es doch gewiss, dass diese, wenn sie an den an die Erde gefesselten Punkt gelangt, dort wieder gefesselt werden und immer aufs Neue der Zerstörung des Lichtes ausgesetzt wird. Wie es mit der Atmosphäre, so muss es auch endlich mit all denjenigen Theilen sein, die nicht durch Cohäsion mit dem Monde verbunden sind.

Fragen wir hier die Beobachtung, so scheint der Anblick des Mondes diesen Punkt völlig zu bewahrheiten. Der Mond ist ohne Atmosphäre und seine Oberfläche ist ganz diejenige, die man als das Gerippe eines zerstörten Weltkörpers erkennen möchte. Hier sind die Felsmassen und Krater unter der Oberfläche nunmehr aufgedeckt, und jene Lichtstreifen, die man im Vollmondlicht über dem Mond verbreitet sieht, deren Solitität und Unveränderlichkeit längst verrieth, dass sie von Glasurströmungen herrühren, die das Licht stärker reflektiren, von denen man es aber nicht begreifen konnte, wie sie in langen Bogen über Krater, Meere und Tiefen hinweggekommen sind, diese Lichtstreifen können in der That von verglasten Strömungen herrühren, die vormals unter der Oberfläche dieses

Weltkörpers gelegen, jetzt aufgedeckt worden sind und unter denen die nicht in Cohäsion mit dem Mittelpunkt stehenden Massen nach und nach herausgetrieben worden sind.

XIV.

Vielleicht sind die Meteorsteine, die man sonst immer als dem Monde angehörig betrachtete, in der That nichts anders, als die einzelnen Theile, die ohne Cohäsionsverbindung vom Monde nach und nach abgelöst worden sind. Die unverhältnissmässig starke Dichtigkeit dieses Himmelskörpers gegen viele Planeten, scheint ebenfalls darauf hinzudeuten, dass sein Volumen einmal grösser war, so dass die ursprüngliche Dichtigkeit bedeutend kleiner gewesen sein wird, und nur durch das Hinwegspülen der losen Theile blieb das starke massive Fundament, der Kern dieses Weltkörpers, stehen. Eben so giebt die seltsame Erscheinung, dass man trotz der schärfsten Messungen noch keine sphäroidische Form an dem Monde gefunden, die die Form sämmtlicher anderer Himmelskörper ist, die Wahrscheinlichkeit, dass der Aequator, als der vom Lichte direkt angegriffene Theil, in gleichem Maasse in seinem Durchmesser abnimmt, wie es mit dem der Pole der Fall sein wird.

§. XV.

Wir haben indessen noch viele Himmelskörper in unserem Sonnensystem, die nicht rotiren; es sind dies die Kometen, die die eigentliche Bevölkerung des Sonnensystems ausmachen; sollte sich bei ihnen jener Lichtdruck nicht äussern? In der That, wirft man nur einen Blick auf sie, so wird man gestehen, dass sie die hauptsächlichsten Körper sind, die den Lichtdruck verrathen.

Wir haben oben gesehen, dass das Licht die Atmosphäre der Planeten in der entgegengesetzten Richtung der Tangente der Bahn fortführen würde, wenn der Planet sie nicht mit seiner Masse und nach dem Quadrat des Halbmessers festhielte und zur Rotation zwänge. Da die Kometen durchgängig Nebelhüllen um sich haben, so würde dasselbe Gesetz der Rotation bei ihnen statt finden, wenn nicht ihre Masse so klein, ihr Durchmesser so gross wäre, dass dem Mittelpunkte ein Herumführen seiner vom Licht angegriffenen Atmosphäre völlig unmöglich ist. Das Licht wird daher auf diese Dunsthülle der Kometen in der Sonnennähe diejenigen Zustände hervorbringen müssen, die man bisher nur mit Staunen und Verwunderung betrachtete.

Versuchen wir jene Zustände, die der Lichtdruck hervorbringen muss, in kurzen Worten darzustellen und sehen wir zu, ob diese nicht den Erscheinungen, wie sie wirklich sind, vollkommen entsprechen.

Wenn ein Komet, von einer sehr grossen Dunsthülle umgeben, aus seinem Aphelium kommend, sich der Sonne nähert, so wird er bald die Grenze erreichen, wo sein Durchmesser aufhört gegen die Entfernung der Sonne gleich Null zu sein, und von diesem Augenblick an, werden sich eigenthümliche Erscheinungen hervorthun müssen. Wenn bisher die Anziehungskraft der Sonne auf jeden einzelnen Punkt des Kometen gleich war, so wird sie jetzt immer verschiedener, und wie sie etwa bei uns die Fluth hervorruft und zu sich heraufhebt, so wird es auch mit dem obern Theil der flüssigen Hülle des Kometen der Fall sein. In diesem Stadium werden daher die Kometen gleichsam mit einem kleinen Schweif zur Sonne hin vorangehen. So lange nun dieser kleine Schweif aus der sehr feinen Materie der obersten Schicht der Kometenhülle gebildet wird, wird das ihm entgegenströmende

Licht fast völlig ungehindert hindurch gelassen werden und der Lichtdruck ohne Wirkung auf ihn bleiben; hat nun ein Komet eine grosse Masse solcher feinen Materie, so wird sich ein völliger Schweif zur Sonne hin bilden, d. h. während der Lichtdruck den Kern immer noch im Vorschreiten hindert, wird die Sonne diejenigen Theile voran zu sich hin ziehen, die das Licht durchlassen, und so vom Lichtdruck nicht zurückgehalten werden. Der Komet von 1824. (dessen Abbildung hierbei nach Bessel's Zeichnung im astronomischen Jahrbuch 1837. erfolgt) hat mit seinem einen Schweif, der zur Sonne gekehrt, alle Welt in Staunen gesetzt, während der Zustand ein so natürlicher ist, dass man eher die Ursache suchen muss, weshalb sich nicht viele solche Erscheinungen zeigen.

Allein der Grund hiervon liegt darin, dass grade nur eine *bestimmte* Dichtigkeit der Materie dieses Schweifes erforderlich ist, um die Erscheinung hervorzubringen, die so fein sein muss, bass sie das Licht fast ungehindert durchlässt und wieder so stark, dass sie uns sichtbar werden kann. Wären unsere Fernröhre lichtstark genug, so würde man ohne Zweifel viele Erscheinungen dieser Art wahrnehmen. Der Halleysche Komet im Jahre 1836. hat die Anfänge eines solchen Schweifes zur Sonne hin gezeigt, und hätte vielleicht solch einen Schweif ausgebildet, wenn seine feine Materie in reicherem Maase da gewesen wäre. Sobald aber dichtere Theile der Dunsthülle zur Sonne heranfluthen, die dem Lichte bedeutenden Widerstand leisten, so wird der Lichtstrom die bereits vom Kern gelösten Massen aufhalten und die Ursache werden, dass sie sich vor dem Kern verdichten und in der Form einer Kappe oder eines aufgespannten Schirmes langsamer vorwärts gehend, den Kern nahe herankommen lassen und nun mit ihm den Weg zum Perhelium machen. Im weitern Verlauf wird der Schirm immer gedrückter und grösser werden und für uns das Ansehen haben, als ob von dem

Fig: 1. 1835 Oct: 2.

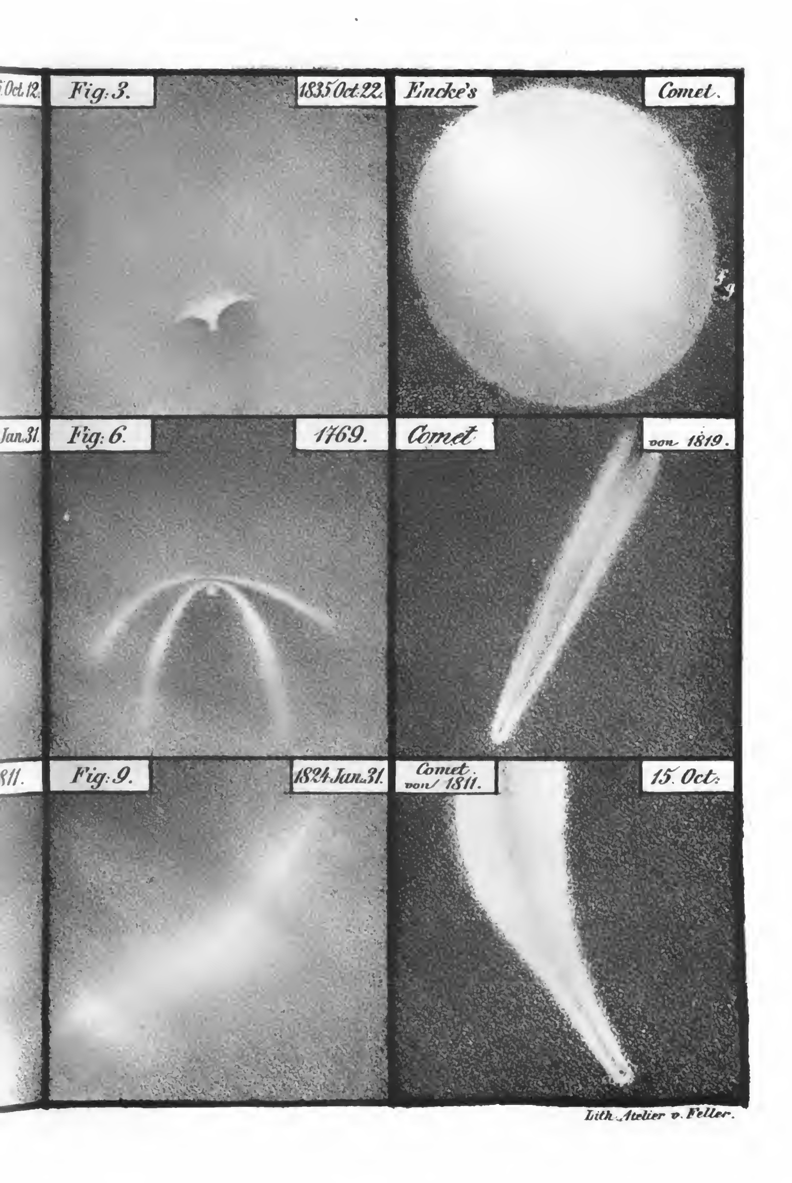
Fig: 2. 1835 Oct. 1.

Fig: 4. 1744. Febr. 4.

Fig: 5. 1744. Jan.

Fig: 7. 1807.

Fig: 8. 1811.



Lith. Atelier v. Feller.

Kern zwei Schweife nach rechts und links vorangehen, ja wenn sich verschiedene Dunsthüllen von verschiedener Dichtigkeit absondern, so können mehrere Schirme entstehen, von denen der feinere breiter aufgespannt bleiben wird, weil das Licht ihn nicht so stark drückt, indem es ungehinderter durchgeht, während die stärkeren schmäler und gedrückter erscheinen werden. Die beiliegenden Figuren 1—6 geben ganz diese Erscheinungen, und ist nicht ein einziges Moment in ihnen, das nicht die leichteste und ungezwungenste Erklärung findet.

Dies würden nun die Erscheinungen desjenigen Theiles der Hülle sein, die dem Kometen voran zur Sonne geht und vom Lichtdruck nach Umständen verdichtet auf den Kern zu und in Verlängerung um und zum Theil hinter den Kern geschleudert wird; die Erscheinungen, die die Dunsthülle von den Seitenwänden und dem hintersten, von der Sonne abgewandten Punkt darbietet, werden noch mannigfaltiger sein müssen. Die Dunsthülle, durch das Licht gelockert, wird im weiteren Laufe des Kometen immer noch lockerer werden und diesem nur schwach nachziehen, so dass der Schweif immer länger und länger werden wird; nur der hinterste Punkt des Kometen-Kernes wird seine Nebelhülle an sich halten, weil der Kern das Licht der Sonne stark abhält und diesem Theile der Dunsthülle Schutz verleiht. Daher wird der Schweif nur ein hohler Kegel sein, dessen Seitenwände sich für unser Auge verdichten, dessen Mitte aber locker oder gar leer erscheinen wird. Das ist der Grund, dass die meisten Kometenschweife gespalten scheinen. Die beiliegende Zeichnung des Kometen von 1819 giebt ein höchst sprechendes Bild einer solchen Erscheinung. Es ist nun auch gleichgültig, ob der Schweif in der Richtung des Schattens des Kometen liegt oder nicht; dieser leere Streifen in der Mitte des

Schweifes wird bleiben, so lange die Dunsthülle des untersten Theiles des Kernes geschützt ist. — In welcher **Richtung** aber der Schweif nachziehen wird, das wird von der Dichtigkeit seiner Theile besonders abhängen. Es giebt nämlich eine zwiefache Richtung, die der Schweif machen könnte: erstens die Richtung der Bahn, der Weg, den der Komet so eben verlassen und auf welchem der Schweif zurückbleibt, und die Richtung des Lichtes, d. h. in der verlängerten Linie, die den Kometen mit der Sonne verbindet. Lässt nun der Schweif das Licht ohne besonderes Hinderniss durch, so wird er vom Lichte nicht gedrückt, und wird in der Richtung der Bahn bleiben; dies wird aber schwerlich jemals völlig der Fall sein; vielmehr wird es sich öfter finden, dass die Materie das Licht nicht gut durchlässt und dasselbe den Schweif wirklich mit sich führt, d. h. ihn in die Richtung der verlängerten Verbindungslinie bringt; grösstentheils aber wird die Dichtigkeit zwischen diesen beiden Grenzen liegen, und die ganze Strecke zwischen der Bahn und der verlängerten Linie, die den Kometen mit der Sonne verbindet, wird, je nach der Beschaffenheit der Dunsthülle und dem Grade ihrer Durchdringlichkeit für das Licht, von den Schweifen der Kometen eingenommen werden können.

Ist nun jener Grad der Durchdringlichkeit gleichmässig im Schweife eines Kometen, so wird er in **eine** Spitze enden; giebt es verschiedene Theile der Dunsthülle von verschiedenen Graden, so wird der Schweif in verschiedene Spitzen auslaufen, so dass man Kometen mit mehreren Schweifen gerade nicht selten haben wird; es wird endlich auch das Ende eines Schweifes, seiner loseren Theile wegen, vom Lichte mehr gebogen werden, als der ganze, und wir werden die Erscheinung haben,

als ob das Ende des Schweifes wieder zu dem Kometen wollen möchte.

So viele andere Erklärungsweisen man auch versucht hat, so sind sie doch alle so unzulänglich gewesen, dass geistreiche Astronomen lieber gar keine gaben; und doch sprachen zu viele Erscheinungen der Kometenschweife dafür, dass in der Sonne etwas Abstossendes liege, so dass selbst der scharfsinnige Bessel sich auch zu einer Hypothese dieser Art zu bekennen genöthigt sah. In der That liegt in der Sonne ein abstossendes Element; aber dies ist wahrlich nichts anderes als der Lichtdruck.

Die beiliegende Zeichnung des Encke'schen Kometen, wo die Linie g f die Richtung zur Sonne bezeichnet, braucht nur angeblickt zu werden, um sogleich wahrnehmen zu lassen, dass hier ebenfalls von der Sonne aus eine abstossende Kraft wirken muss. Allein diese Abstossung wirkt hier, im Vergleich mit der Wirkung auf andere Kometen, sehr schwach, wäre dieser Himmelskörper für die Sonnenstrahlen undurchdringlicher, so wäre die Dunsthülle zu einem Schweife geworden, jetzt ist sie nur verschoben, weil das Licht mit grosser Leichtigkeit hindurchgeht; der Lichtdruck wirkt also auf diesen Himmelskörper wenig, und die Anziehungskraft der Sonne stärker, als sie auf einen anderen Körper von grösserer Undurchdringlichkeit wirken würde, und dies erklärt vielleicht vollkommen die immer kleiner werdende Axe dieses Himmelskörpers.

Entführt aber das Licht wirklich Theile der Atmosphäre eines Kometen? — Es ist dies nicht unwahrscheinlich; besonders, wenn man bedenkt, dass viele Kometen in ihrem Wiedererscheinen nicht denjenigen Glanz zeigten, den man aus früheren Erscheinungen voraussagen zu können glaubte; allein dieses Entführen wird

doch nur in seltenen Fällen stattfinden, weil das Licht nur möglichst ungestört hindurch will und sich begnügen wird, die Materie bis zu diesem Grade zu lockern. Dass aber wirkliche Entführungen stattgefunden, scheint der Komet von 1811 zu bewahrheiten, an dem manche Beobachter, besonders Chladni, zuckende Verlängerungen und Verkürzungen des Schweifes gesehen haben will, die zwar in einer Secunde Millionen Meilen sollten betragen haben, die aber wohl nur die Geschwindigkeit des Lichtes gehabt haben werden, das in einzelnen Pausen wirklich widerstehende Schichten der Dunsthülle mit sich in die unendlichen Räume geführt haben mag, welche Erscheinung sich ganz so hätte ausmachen müssen, als ob der Schweif zuckend länger und kürzer würde.

§. XVI.

Verräth sich nun der Lichtdruck bei all' den genannten Erscheinungen und an den zahlreichsten Körpern des Sonnensystems zu deutlich, als dass man dessen Existenz bezweifeln sollte, so ist es die unausbleibliche Folge, dass diejenigen Weltkörper, die ihre Theile fester als die Kometen halten, die Planeten, ganz im Verhältniss dieser Festigkeit nach der Richtung ihrer Revolution rotiren werden. Es bliebe also nur noch übrig, einige Modificationen in den Rotationen selber zu erklären und zu bestimmen.

§. XVII.

Nehmen wir nochmals Alles zusammen, was sich aus dem Vorhergehenden über die Rotationen der Planeten ergiebt, so ist es klar, dass eigentlich die Revolutionsgeschwindigkeit es ist, die die Rotation hervorbringt,

dass ferner die Rotation sich auch wie die Revolutionsgeschwindigkeit hätte modificiren sollen, allein indem das Licht nur die Oberfläche eines Planeten und seine Atmosphäre drückt und zur Revolution zwingt, so wird der Planet selbst nur in so weit den Impuls zur Rotation erhalten, als er in Verbindung mit seiner Oberfläche steht, d. h. mit der Masse und nach dem Quadrat seines Halbmessers, und er wird daher auch in diesem Verhältniss rotiren, wenn auch die Revolutionsgeschwindigkeit noch so gross wäre, so dass die Geschwindigkeit eines Punktes auf dem Aequator in der Rotation immer kleiner sein wird, als die Geschwindigkeit des Mittelpunktes in der Revolution. Sollte es aber möglich sein, dass dieses Uebermaass der Kraft der Revolution ganz ohne Einfluss auf den Planeten bliebe? Gewiss, es ist Jedem, der die Natur und ihre Gesetze kennt, bekannt, dass kein Moment einer auf einen Körper einwirkenden, Kraft ohne Einfluss auf die Bewegung desselben bleiben kann; es steht also auch hier zu vermuthen, dass diese Bewegung der Rotation sich irgend wie modificiren wird, um der auf sie einwirkenden Kraft zu entsprechen; und das allgemeine Gesetz der Natur, dass Masse und Geschwindigkeit der Kraft das Gleichgewicht halten, wird, ohne Zweifel, auch hier die volle Geltung haben. Versuchen wir daher, wie sich jener Ueberschuss der Kraft äussern wird.

XVIII.

Eine Kraft sucht immer auf einen Körper derart zu wirken, dass die Wirkung vollkommen der Kraft entspricht. Sehen wir nun eine Kraft auf eine Kugel wirkend, um sie zur Rotation zu bringen, so wird sie an dem Aequator am leichtesten,

an den Polen gar nicht wirken, zwischen beiden Grenzen aber derart, dass die Wirkung mit dem zunehmenden Sinus abnimmt. Denken wir uns nun die Kraft so stark, dass sie die mögliche Geschwindigkeit des Aequators überschreitet, so wird sie, da sie hier keine Bewegung, die ihr das Gleichgewicht hält, hervorbringen kann, den Punkt auf der Kugel zwischen dem Aequator und dem Pol suchen, der ihr, wenn sie ihn so schnell bewegte, wie sie den Aequator bewegt, das Gleichgewicht hielte; und die Kugel wird den Gesetzen folgen, als ob sie in diesem Punkte zur Rotation angetrieben würde. — Ist nun die Rotationsaxe eine bestimmte und unabänderliche, wie etwa auf unsern Globen, so wird die Rotation doch dieselbe bleiben, so dass dieser Punkt nur einen Parallelkreis, und nicht einen grössten der Kugel beschreiben wird, käme nun aber ein ander Gesetz hinzu, welches bewirkte, dass der Punkt um den Mittelpunkt der Kugel rotiren muss, und wäre obenein die Axe keine bestimmte und unabänderliche, so wird dieser Punkt einen grössten Kreis um den Mittelpunkt beschreiben, diesen Kreis also zu einem Aequator machen, die Axe verändern und ihr solch eine Neigung geben, dass die Kraft, an der nunmehrigen Rotation das Gleichgewicht findet. Die Planeten sind nun solche Kugeln, wo die Rotationsaxen nicht in festen Angeln stehen, sondern leicht veränderlich sind, und deren Mittelpunkte jede Bewegung der Oberfläche auf sich beziehen. Denken wir uns daher vorerst alle Planeten, rotirend um die Axe ihrer Ekliptik, so ist es klar, dass ein jeder, je nachdem die Kraft, die ihn zur Rotation bringt, also die Revolution, grösser ist, als die mögliche Geschwindigkeit der Rotation, eine Neigung bekommen, d. h. eine neue Axe suchen wird, in welcher die Rotation so

schwierig ist, dass sie dem Kraftaufwand völlig entspricht.

XIX.

Gehen wir nun näher auf die Rotation der Planeten ein, so stellt sich Folgendes heraus: Ein jeder Planet wird rotiren müssen, weil er halb im Lichte revoltirt und es wird die Geschwindigkeit der der Revolution gleich sein, so dass ein Punkt auf dem Aequator eines Planeten in der Sekunde eben so viel Fuss wird gehen müssen, wie der Mittelpunkt desselben Planeten in der Revolution geht; allein indem das Licht nicht den Planeten selbst, sondern nur seine Oberfläche und Atmosphäre zur Rotation zwingt, wird die Rotation sich bei allen Planeten verringern und nur in so weit erfolgen, als jeder Planet seine Oberfläche und Atmosphäre fest hält. Da aber eine solche geringe Rotation nicht der Kraft der Revolution entspricht, so wird sich das Gleichgewicht von Kraft und Bewegung dadurch herzustellen suchen, dass jeder Planet nicht in seiner ursprünglichen Axe, der Axe der Ekliptik, sondern die einer neuen Axe rotiren wird und diese neue Axe wird grade um so viel geneigt sein, als nöthig ist, die Rotation so schwierig zu machen, dass eine Kraft zu derselben erforderlich ist, die der Revolutionskraft gleicht. Die Neigungen der Planeten werden daher mit den Quotienten der Rotations- in die Revolutionsgeschwindigkeiten wachsen.

§ XX.

Fragen wir aber: wie wird es sich mit diesem Wachsen verhalten? so brauchen wir nur die Störungen zu

betrachten, die eine halb in fliessendem Wasser liegende Kugel mit einer festen Axe in ihrer Rotation erleidet, sobald man diese unter einem gewissen Winkel mit der Oberfläche des Wassers neigt. Es ist klar, dasss, wenn die Störung bei einer Neigung mit dem Sinus des Neigungswinkels wächst, hier, wo die Oberfläche der Kugel fördert und stört, das Qaadrat des Sinus die Störung bestimmen wird. Demselben Gesetz wird jeder Planet, der halb im Liehte schwimmt, folgen und eine Neigung wird stören wie das Quadrat des Sinus des Neigungswinkels. Wissen wir also die Ursache der Neigung, so wissen wir auch den Grad derselben, in dem sich die Grade bei zwei Planeten verhalten werden, wie die Ursachen d. h. es verhalten sich die Quadrate der Sinusse der Neigungswinkel zweier Planeten zu einander, wie die Quotienten ihrer Rotationsgeschwindigkeiten in ihre Revolutionsgeschwindigkeiten.

§. XXI.

Die Geschwindigkeit der Erde in der Revolution ist*) 94850 Par. Fuss in der Secunde, in derselben Zeit durchläuft ein Punkt auf den Aequator in der Rotation 1422 Par. Fuss. Der log. der Quotienten beider Geschwindigkeiten ist = 1,8241377. Die Revolutionsgeschwindigkeit des Mars ist 76840 Par. Fuss in der Secunde, die Rotationsgeschwindigkeit ist = 798 und der log. des Quotienten dieser Geschwindigkeiten ist = 1,9835845. Jupiters Revolutionsgeschwindigkeit ist 41590, während seine Rotationsgeschwindigkeit = 39070 ist, also der log. dieses Quotienten ist = 0,0271455. Der nun log. $\sin^2$ des

*) Sämmtliche Werthe sind genau nach Littrow.

Neigungswinkels der Erde (23° 27′) = 19,1996540, so erhalten wir für Mars folgende Proportion:

log. 1,8241377 : 1,9835845 = 19,1996540 : log sin.^{2} des Neigungswinkels des Mars.

Wir erhalten demnach log. sin^2 für Mars = 19,3591008, der Neigungswinkel des Mars ist also = 28° 34′ 40″. Eine gleiche Proportion giebt für Jupiter einen Neigungswinkel von 2° 52′ 50″.

§. XXII.

Indem nun die Beobachtung, so weit sie reicht (bei Mars und Jupiter), in so glänzender Weise dieses Gesetz bestätigt, dass fast nichts zu wünschen übrig bleibt, so darf man wohl die Wahrheit der Theorie in so weit anerkennen, dass sie nur mit von Fakten unterstützten Widerlegungen angefochten werden sollte. Von welcher Wichtigkeit aber die Annahme überhaupt ist, zu welchen Schlüssen sie berechtigen, welche Aufschlüsse sie vielleicht noch geben mag, lässt sich wohl jetzt noch nicht voraussehen; das eine darf indessen nicht unerwähnt bleiben, dass, wenn die Neigungen von der Beobachtung mit grosser Schärfe gegeben sein werden, das vierte Gesetz die wahren Durchmesser (und somit die Parallaxen), und dann auch das zweite Gesetz die Massen mit grosser Schärfe bestimmen würde.

Druck von H. S. Hermann in Berlin, Post-Strasse No. 2.





